

- 1 -

DISPOSITIF DE COMMANDE D'UNE BOBINE D'ELECTRO-
AIMANT ET APPAREIL ELECTRIQUE DE COMMUTATION
EQUIPE D'UN TEL DISPOSITIF.

La présente invention concerne un dispositif électronique de commande d'une bobine d'électroaimant appartenant à un appareil électrique de commutation. Elle concerne également l'appareil électrique, tel qu'un contacteur, équipé de ce
5 dispositif électronique et de l'électroaimant commandé par celui-ci.

Pour commander un électroaimant de contacteur, il est parfois souhaitable de disposer d'un circuit électronique
10 pourvu d'un commutateur en série avec la bobine de l'électroaimant, ce commutateur étant commandé par le circuit de façon à assurer successivement, dans la bobine, un niveau élevé de courant dit d'appel, puis un peu avant le collage ou dès le collage de l'armature mobile de l'électroaimant,
15 un niveau plus faible dit de maintien afin de minimiser la consommation de courant et la dissipation thermique.

Il est connu d'utiliser, pour commander des électroaimants de relais ou d'électrovalves, des dispositifs hacheurs qui
20 sont associés au commutateur et sont mis en œuvre après une durée déterminée d'application du courant d'appel, afin d'abaisser le courant de bobine à son niveau de maintien.

Cependant, ces dispositifs sont difficilement adaptables à la commande des contacteurs et ils obligent à recourir à un relais d'interfaçage entre le circuit électronique de commande et le contacteur.

5

En outre, les dispositifs connus manquent de la souplesse parfois requisé pour la mise en œuvre des contacteurs ; ils sont, en particulier, inaptes à une exploitation indifférente en courant continu ou en courant alternatif et, de plus, 10 interdisent de brancher le contacteur auquel ils sont associés sur un réseau alternatif, soit de 110 volts, soit de 220 volts, par exemple, ou sur une source de tension continue par exemple comprise entre 100 et 400 volts.

15 En particulier, il est connu d'après le brevet US-3 549 955 d'utiliser, pour commander une bobine d'électroaimant, un commutateur constitué par un transistor bipolaire dont la base est commandée par un comparateur de tension ; ce comparateur compare une tension, fonction du courant qui parcourt 20 la bobine, avec une tension de consigne susceptible de prendre deux valeurs successives. Le courant d'appel dans la bobine est cependant obtenu au moyen d'un palier fixe de tension, tandis que le courant de maintien est produit par l'application de créneaux de tension de valeur fixe à la 25 base du transistor.

Du fait même de sa constitution, ce système est rigide et il ne peut fonctionner de manière satisfaisante avec diverses tensions d'alimentation, si ce n'est par la substitution de 30 nombreux composants.

La présente invention a notamment pour but de permettre la commande d'un électroaimant d'appareil électrique de commutation, plus spécifiquement de contacteur, au moyen d'un 35 dispositif autorisant l'alimentation de la bobine de l'électroaimant avec un courant d'appel puis un courant plus faible de maintien, à partir d'une tension continue ou

alternative dont la variation dans une plage prédéterminée reste sans effet sur la constitution du dispositif.

Elle a également pour but de permettre de commander le
5 courant dans la bobine par un découpage à haute fréquence de la tension appliquée à celle-ci à l'aide d'un dispositif électronique à faible consommation de courant et à dissipation thermique réduite, ce dispositif pouvant être commandé par un signal isolé de très faible puissance.

10

Elle a enfin pour but de combiner, dans un même appareil électrique de commutation, un dispositif de découpage à grande dynamique d'alimentation et à faible consommation de courant avec un électroaimant à courant continu, simple et
15 peu coûteux, à ampères-tours réduits et à faible échauffement.

L'invention concerne un dispositif électronique de commande d'une bobine d'électroaimant pour appareil électrique de
20 commutation relié à une source de tension, comprenant un commutateur statique disposé en série avec la bobine de l'électroaimant et un générateur de signal doté d'un circuit d'asservissement relié à un élément de lecture du courant qui circule dans la bobine, le circuit d'asservissement
25 délivrant au commutateur, en réponse à un ordre de commutation, un signal de commande présentant un niveau d'appel correspondant à une phase d'appel, puis après une temporisation au niveau de maintien obtenu par hachage et correspondant à une phase de maintien de l'électroaimant.

30

Selon l'invention, le dispositif comprend :

- un commutateur à transistor MOS en tant que commutateur statique,

35

- un redresseur double alternance dont les bornes alternatives sont reliées à la source de tension et dont les bornes continues sont reliées à la bobine,

- 4 -

- un circuit abaisseur de tension relié aux bornes continues du redresseur et agencé pour délivrer au circuit d'asservissement une tension continue réduite et indépendante de la tension de la source dans une plage prédéterminée de ladite tension de source,
- le circuit d'asservissement étant relié à la grille du commutateur MOS et agencé pour maintenir tant dans la phase d'appel que dans la phase de maintien le courant de la bobine à un niveau indépendant de la tension de la source.

Il en résulte que le même électroaimant peut être commandé par le même dispositif électronique branché sur un réseau alternatif 24 ou 48 volts, 110 ou 220 volts, ou bien 380 ou 660 volts, ou encore sur une source continue de 100 à 400 volts, pratiquement sans aucune modification des constituants du dispositif de commande.

- Le circuit d'asservissement peut avantageusement comprendre un modulateur d'impulsions, par exemple à rapport cyclique variable et à haute fréquence fixe de l'ordre de quelques dizaines de KHz, recevant d'un circuit de consigne à générateur de contour un signal de consigne à deux niveaux indépendants de la tension de la source, et recevant de l'élément de lecture du courant, notamment constitué par une résistance ou par un circuit miroir de courant, un signal représentatif du courant effectif dans la bobine. Il convient de remarquer qu'un tel asservissement contribue à répondre au but proposé puisqu'il détermine dans la bobine un courant programmé indépendant de la tension de la source.

Le générateur de contour du circuit d'asservissement peut comprendre un moyen d'élaboration du niveau d'appel du signal de consigne, un moyen de temporisation du signal à son niveau d'appel pendant une durée déterminée et un moyen d'élaboration du niveau de maintien du signal de consigne.

On peut de préférence prévoir un organe de validation du circuit de consigne, cet organe mettant en marche et au repos le circuit de consigne en réponse à un signal à bas niveau délivré par voie électrique ou optique par un système
5 de commande, notamment une sortie d'automate programmable ; l'organe de validation comprend un élément d'isolement, par exemple un photocoupleur, qui permet d'isoler le signal bas niveau pilotant le dispositif de commande, de sorte que les perturbations de ce dernier n'affectent pas le système de
10 commande.

Lorsque le dispositif électronique de commande associé au contacteur est du type à détection de baisse de tension, le circuit de consigne peut avantageusement comprendre un
15 comparateur dont une première entrée reçoit un signal de tension fixe délivré par le circuit abaisseur de tension et dont une deuxième entrée reçoit un signal de tension sensiblement indépendant de la tension nominale de la source mais sensible aux fluctuations de celle-ci, la sortie du compara-
20 teur mettant le signal de consigne à son niveau de repos lorsque la tension de la source descend au-dessous d'un seuil prédéterminé.

D'autre part, pour insensibiliser le dispositif de commande
25 aux microcoupures de la tension de la source, il peut être prévu un filtre à constantes de temps dissymétriques à la montée et à la descente de la tension de la source, ce filtre étant disposé entre une borne continue du redresseur double alternance et le circuit de consigne. Enfin, le
30 circuit de consigne peut être muni d'un moyen de surveillance de la tension réduite délivrée par le circuit abaisseur de tension, ce moyen de surveillance portant le signal de consigne à son niveau de repos lorsque la tension réduite descend au-dessous d'un seuil déterminé.

35

L'invention concerne également un appareil électrique de commutation susceptible d'opérer en courant continu ou en courant alternatif et équipé du circuit de commande décrit

et d'un électroaimant du type à courant continu simplifié, notamment par son circuit magnétique en tôle épaisse faible-ment ou non feuilleté et par l'absence de bague de déphasage, et utilisant un nombre d'ampères-tours réduit tout en
5 présentant une section d'appel importante. Le faible niveau du courant d'appel nécessité par l'électroaimant concourt à réduire le dimensionnement et le coût du dispositif électronique précédemment décrit.

- 10 La description ci-après d'un mode de réalisation, effectué à titre d'exemple non limitatif avec référence aux dessins annexés, va mieux expliciter les avantages de l'invention.

15 La figure 1 représente le schéma synoptique d'un dispositif de commande de contacteur conforme à l'invention.

20 Les figures 2A, 2B, 2C montrent respectivement le signal délivré par le circuit de consigne, le signal délivré par le modulateur de durée d'impulsions et le courant circulant dans la bobine de l'électroaimant lors d'un actionnement du contacteur.

25 La figure 3 est le schéma synoptique d'une variante du dispositif de commande.

Le dispositif de commande 10 illustré par la figure 1 est associé à la bobine B d'un électroaimant E appartenant à un appareil électrique de commutation C qui pourrait être
30 constitué par un relais mais qui est de préférence un contacteur. Le contacteur C est raccordé à une source de tension S continue ou alternative ; le dispositif de commande 10 est agencé pour fonctionner même si la nature ou la tension de la source changent, ceci étant le cas si l'on
35 raccorde le contacteur à un réseau, par exemple de 24 à 48 volts, ou de 110 à 220 volts ou de 380 à 660 volts en courant alternatif ou de 100 à 400 volts en courant continu, et il comporte, à cet effet, un redresseur double alternance

11. Le dispositif de commande 10 comprend un commutateur à transistor MOS 12 dont le circuit drain-source est en série avec la bobine B et dont la grille G est connectée à un circuit d'asservissement 13 délivrant un signal de faible
5 puissance découpé à haute fréquence. Le dispositif de commande 10 vise à assurer la fermeture et l'ouverture du contacteur C en réponse aux ordres marche et arrêt provenant d'un module de sortie E/S d'un automate programmable PC, au moyen d'une liaison électrique ou optique, ou provenant d'un
10 autre organe de commande associé au contacteur et susceptible de délivrer un signal à très faible niveau.

Un circuit abaisseur de tension 14 est inclus dans le dispositif de commande 10 et il est relié aux bornes de tension
15 continue V_{DD} stabilisée et insensible aux transitoires, par exemple de 12 ou 14 volts.

Une diode de roue libre 15 est disposée en parallèle à la bobine B.

20

Le circuit d'asservissement 13 présente un modulateur 15 de largeur d'impulsions à fréquence fixe de quelques dizaines de KHz, par exemple 20 KHz, et à rapport cyclique variable de manière continue en fonction du signal d'erreur résultant
25 de la comparaison entre un signal de consigne de courant délivré par un circuit de consigne 16 et un signal de courant effectif produit par un élément de mesure 17 du courant circulant dans la bobine B. Le modulateur 15 peut également être un modulateur de fréquence d'impulsions.

30

L'élément de mesure 17 peut être une résistance en série avec le transistor MOS de commutation 12 ou de préférence un circuit miroir de courant associable par intégration avec le transistor MOS.

35

Le circuit de consigne 16 est un générateur de contour susceptible de délivrer un signal de consigne I_C à deux niveaux I_{C1} , I_{C2} (figure 2A) dont le temps de montée au

niveau I_{C1} , le temps de maintien au niveau I_{C1} et le temps de descente au niveau I_{C2} sont respectivement désignés par t_1 , t_2 et t_3 . Ces temps, notamment t_1 et t_2 , sont prédéterminés et facilement modifiables pour tenir compte des caractéristiques de l'électroaimant et du contacteur. La somme des temps t_1 et t_2 est de préférence supérieure au temps nécessaire pour obtenir le collage de la partie mobile de l'électroaimant E en réponse à la montée du signal de consigne. Elle peut, dans certains cas, lui être inférieure pour diminuer le martelage des contacts.

Une entrée 16a du circuit de consigne 16 est reliée au circuit abaisseur de tension 14 pour recevoir la tension abaissée V_{DD} afin que le circuit 16 utilise celle-ci après l'avoir vérifiée ; d'autre part, une entrée 16b du circuit 16 est reliée à une borne continue du redresseur 11 afin de contrôler le niveau de tension de la source, par exemple 110 ou 220 volts, et une entrée 16c du circuit 16 est reliée à un photocoupleur 18 lui-même relié par des conducteurs électriques 18a (figure 1) ou par une fibre optique 18b (figure 3) à la carte ou au module de sortie E/S de l'automate programmable PC. Il va de soi que la commande marche-arrêt du dispositif 10 peut s'effectuer soit au moyen d'un signal isolé à faible niveau à partir d'un système de commande différent de l'automate représenté, soit en amont du redresseur 11 au moyen d'un interrupteur adéquat.

Le signal de faible puissance S_G (figure 2B) sortant du modulateur PWM pour attaquer la grille du transistor MOS est découpé à fréquence constante de 20 KHz donc à période T constante, avec un rapport cyclique modulé comme l'indique la figure 2B par le signal d'erreur résultant de la comparaison entre le contour de consigne I_C et le signal de courant effectif I_B (figure 2C) lu par l'élément 17, ce signal d'erreur affectant de manière classique un signal en dents de scie ou triangulaire.

La haute fréquence du modulateur PWM permet d'obtenir un découpage très fin du courant dans la bobine de l'électro-aimant, dont le circuit magnétique peut dès lors être sans inconvénient réalisé en tôle épaisse et exclure la nécessité
5 d'une spire de Frager.

Il convient d'observer que le découpage à 20 KHz est effectué aussi bien dans la phase d'appel t_1 , t_2 définie par le générateur de contour que dans la phase de maintien.

10

Le circuit de consigne 20 représenté sur la figure 3 présente une entrée 20a de contrôle de la tension V_{DD} délivrée par l'abaisseur de tension 14, une entrée 20b reliée par une liaison 21 à l'une des bornes continues du pont redresseur
15 double alternance 11 et une entrée 20c reliée au photocoupleur 18.

La liaison 21 comprend deux résistances en parallèle R_1 et R_2 , la résistance R_2 étant mise en ou hors circuit au moyen
20 d'un cavalier 22. Ceci permet de ramener à l'entrée 20b du circuit de consigne la tension à un niveau sensiblement indépendant du niveau nominal de la tension de la source S, mais variant avec les fluctuations de cette tension. Il en résulte que, lorsque la bobine B de l'électroaimant doit
25 être désalimentée en cas de baisse de la tension de la source au-dessous d'une fraction déterminée de sa tension nominale, la détection de la diminution de tension par le circuit de consigne est assurée par exemple aussi bien en
30 110 qu'en 220 volts par le simple déplacement du cavalier 22.

Dans le mode de réalisation de la figure 3, le circuit de consigne 20 comprend un filtre 20d dont les constantes de temps sont dissymétriques à la montée et à la descente de la
35 tension redressée transmise à l'entrée 20b ; ceci permet au dispositif de commande de ne pas réagir aux microcoupures de la source S, sans toutefois retarder la mise en œuvre du contacteur pour une tension de source assez faible. De plus,

il est prévu dans le circuit de consigne 20, un moyen 20e de surveillance de la tension de commande délivrée par le circuit abaisseur de tension 14, ce moyen 20e provoquant la mise à zéro du signal de consigne lorsque la tension de
5 commande descend au-dessous d'un seuil prédéterminé.

Dans le modulateur 15 a été représenté un comparateur 23 dont une première entrée 23a reçoit le signal I_C du circuit de consigne 20 et dont une deuxième entrée 23b est reliée à
10 l'élément 17 pour recevoir le signal I_B ; le signal d'erreur résultant est superposé à un signal triangulaire ou en dents de scie pour produire une suite d'impulsions à rapport cyclique modulé de manière continue.

15 L'électroaimant 30 de la figure 1 est en forme de pot d'axe X-X comportant une culasse fixe 31 et une armature en forme de chapeau mobile 32 ; la bobine B est logée dans des évidements annulaires respectifs 31a, 32a de la culasse 31 et de l'armature mobile 32. La culasse et l'armature 31, 32
20 présentent chacune une collerette 31b, 32b développée radialement vers l'extérieur dans des plans perpendiculaires à l'axe X-X, de manière à former des épanouissements polaires qui étendent les surfaces polaires d'appel. Comme conséquence de cet agencement, dans un contacteur de calibre donné,
25 l'électroaimant 30 peut être combiné au dispositif électronique de commande à découpage haute fréquence décrit pour fonctionner avec des ampères-tours réduits et une consommation de courant relativement faible en fournissant cependant le flux nécessaire.

30

La culasse et l'armature du pot peuvent présenter une forme générale parallélépipédique ; elles sont cependant de préférence usinées dans une pièce de forme générale de révolution, sensiblement cylindrique, pour utiliser, au
35 mieux, le flux créé par les ampères-tours réduits délivrés par le commutateur MOS.

Dans la variante de la figure 3, le circuit magnétique de l'électroaimant 40 comprend une culasse 41 en forme de double T dissymétrique et une armature à bague périphérique 42 déplaçable selon l'axe X-X et entourant le T supérieur 43 ; les ailes du T inférieur 44 du circuit magnétique se terminent par un chanfrein annulaire 45, tandis que la bague 42 présente en regard de ce chanfrein un bord frontal tronconique 46 correspondant de façon à constituer un entrefer annulaire tronconique e_1 augmentant la section d'appel. Un entrefer annulaire cylindrique e_2 est prévu entre la surface radialement intérieure de la bague 42 et la face radialement extérieure des ailes du T supérieur 43. Cet électroaimant est plus amplement décrit dans la demande de brevet No 84 11704 du 24 Juillet 1984 de la Demanderesse.

Le choix de l'électroaimant à grandes surfaces d'appel du type illustré par les figures 1 et 3 permet corrélativement d'utiliser un dispositif électronique de commande délivrant un courant d'appel réduit, donc de puissance réduite et de faible coût.

Un moyen torique ou annulaire d'amortissement élastique non indiqué peut être prévu entre les parties fixe et mobile de l'électroaimant.

Les circuits magnétiques des électroaimants illustrés par les figures 1 et 3 sont en tôle épaisse faiblement feuilletée ou non feuilletée ; ils sont dépourvus de bague de déphasage et les surfaces polaires à grande aire ne sont pas rectifiées.

On peut apporter au mode de réalisation des modifications sans sortir du cadre de l'invention. Le commutateur MOS peut être constitué par tout organe commutateur statique à grille isolée.

Revendications de brevet

1. Dispositif électronique de commande d'une bobine d'électroaimant pour appareil électrique de commutation relié à une source de tension, comprenant un commutateur statique disposé en série avec la bobine de l'électroaimant
5 et un générateur de signal doté d'un circuit d'asservissement relié à un élément de lecture du courant qui circule dans la bobine, le circuit d'asservissement délivrant au commutateur, en réponse à un ordre de commutation, un signal de commande présentant un niveau d'appel correspondant à une
10 phase d'appel, puis après une temporisation un niveau de maintien obtenu par hachage et correspondant à une phase de maintien de l'électroaimant, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 15 - un commutateur à transistor MOS (12) en tant que commutateur statique,
- un redresseur double alternance (11) dont les bornes alternatives sont reliées à la source de tension (S) et
20 dont les bornes continues sont reliées à la bobine (B),
- un circuit abaisseur de tension (14) relié aux bornes continues du redresseur et agencé pour délivrer au circuit d'asservissement (13) une tension continue (V_{DD}) réduite
25 et indépendante de la tension de la source dans une plage prédéterminée de ladite tension de source,
- le circuit d'asservissement (13) étant relié à la grille du transistor MOS et agencé pour maintenir, tant dans la
30 phase d'appel que dans la phase de maintien, le courant (I_B) de la bobine à un niveau indépendant de la tension de la source.

2. Dispositif de commande selon la revendication 1,
35 caractérisé en ce que le circuit d'asservissement (13) comprend un modulateur d'impulsions (15) susceptible de

délivrer à la grille du transistor MOS un signal de commande (S_G) découpé à haute fréquence aussi bien dans la phase d'appel que dans la phase de maintien.

- 5 3. Dispositif de commande selon la revendication 2, caractérisé en ce que le modulateur (15) est un modulateur de largeur d'impulsions (PWM) à fréquence fixe et à rapport cyclique variable.
- 10 4. Dispositif de commande selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le circuit d'asservissement (13) comprend un circuit de consigne à générateur de contour (16) présentant un moyen d'élaboration du niveau d'appel (I_{C1}) du
15 signal de commande (S_G), un moyen de temporisation du signal à son niveau d'appel pendant une durée prédéterminée et un moyen d'élaboration du niveau de maintien (I_{C2}) du signal de commande.
- 20 5. Dispositif de commande selon les revendications 3 et 4, caractérisé en ce que le circuit de consigne est relié à une première entrée (23a) d'un comparateur (23) associé au modulateur de largeur d'impulsions (15), tandis que l'élément de
25 lecture du courant (17) est relié à une deuxième entrée (23b) du comparateur, le signal d'erreur du comparateur adaptant la modulation du rapport cyclique pour que le courant de bobine (I_B) soit celui fixé par le générateur de contour (16) du circuit de consigne.
- 30 6. Dispositif de commande selon l'une des revendications 4 et 5, caractérisé en ce qu'un organe de validation est relié au circuit de consigne pour délivrer à celui-ci un signal de
35 validation en réponse à un signal de commande à bas niveau isolé.

7. Dispositif de commande selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'organe de validation comprend un photocoupleur (18) électriquement relié à un module de sortie (E/S) d'un automate programmable (PC).

5

8. Dispositif de commande selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'organe de validation comprend un photocoupleur (18) relié par fibre optique (18b) à un module de sortie (E/S) d'automate programmable (PC).

10

9. Dispositif de commande selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'élément de mesure de courant (17) est un circuit miroir de courant.

15

10. Dispositif de commande selon l'une des revendications 4 à 9, du type à détection de baisse de tension, caractérisé en ce que le circuit de consigne comprend un comparateur dont une première entrée (20a) reçoit un signal de tension fixe réduite du circuit abaisseur de tension (14) et dont une deuxième entrée (20b) reçoit un signal de tension sensiblement indépendant de la tension nominale de la source mais sensible aux fluctuations de celle-ci, la sortie du comparateur mettant le signal de consigne à son niveau de repos lorsque la tension de la source descend au-dessous d'un seuil prédéterminé.

11. Dispositif de commande selon l'une des revendications 4 à 10, caractérisé en ce qu'un filtre (20d) à constantes de temps dissymétriques à la montée et à la descente de la tension de la source (S) est disposé entre une borne continue du redresseur double alternance (11) et le circuit de consigne (20).

35

12. Dispositif de commande selon l'une des revendications 4 à 11, caractérisé en ce que le circuit de consigne (20) comprend

un moyen de surveillance de la tension réduite délivrée par le circuit abaisseur de tension (14), ce moyen de surveillance portant le signal de consigne (I_C) à son niveau de repos lorsque la tension réduite descend au-dessous d'un 5 seuil.

13. Appareil électrique de commutation à électroaimant muni du circuit électronique de commande selon l'une des revendications 1 à 12,

10 caractérisé en ce que l'électroaimant (E) est du type à courant continu et présente une bobine (B) à faibles ampères-tours tout en étant doté de surfaces polaires périphériques à grande section d'appel.

15 14. Appareil électrique de commutation selon la revendication 13,

caractérisé en ce que l'électroaimant (30) est en forme de pot et présente une culasse fixe (31) et une armature en forme de chapeau (32), la culasse et le chapeau comportant 20 chacun une collerette (31b, 32b) développée radialement vers l'extérieur pour étendre les surfaces polaires d'appel.

15. Appareil électrique de commutation selon la revendication 13,

25 caractérisé en ce que l'électroaimant est du type à armature en forme de bague mobile (42) à bord frontal chanfreiné (46) présentant un faible entrefer annulaire tronconique (e_1), un faible entrefer annulaire cylindrique (e_2) et une grande section tronconique d'appel.

FIG. 1

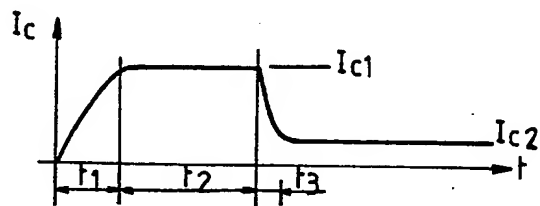
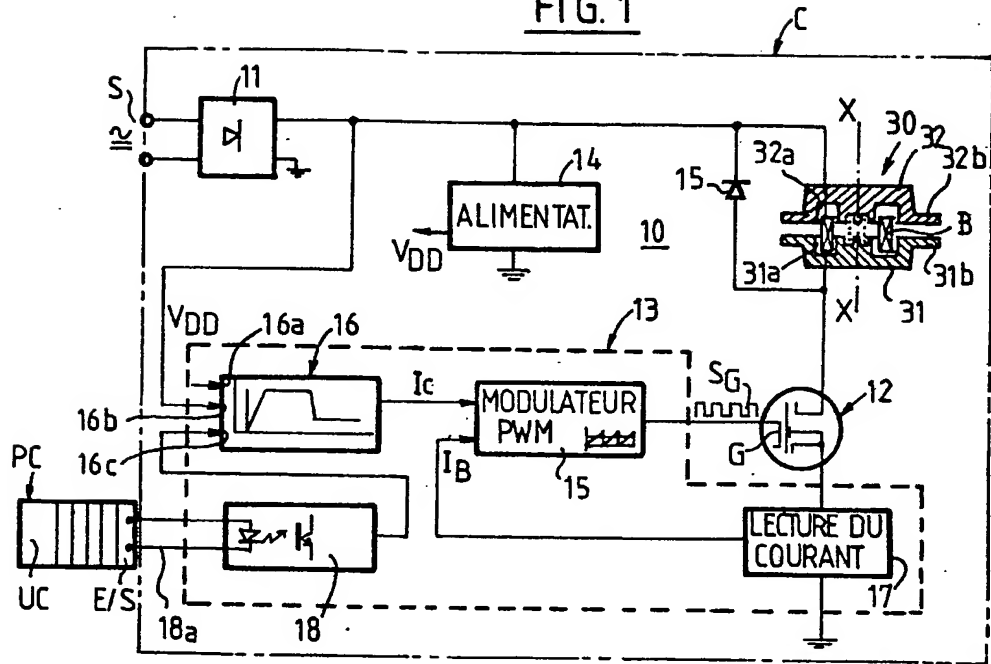


FIG. 2A

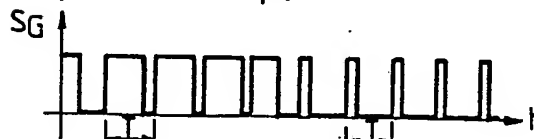


FIG. 2B

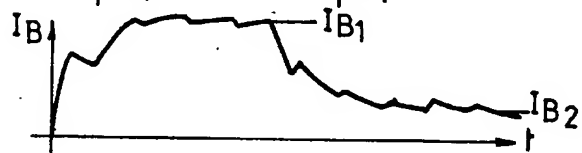
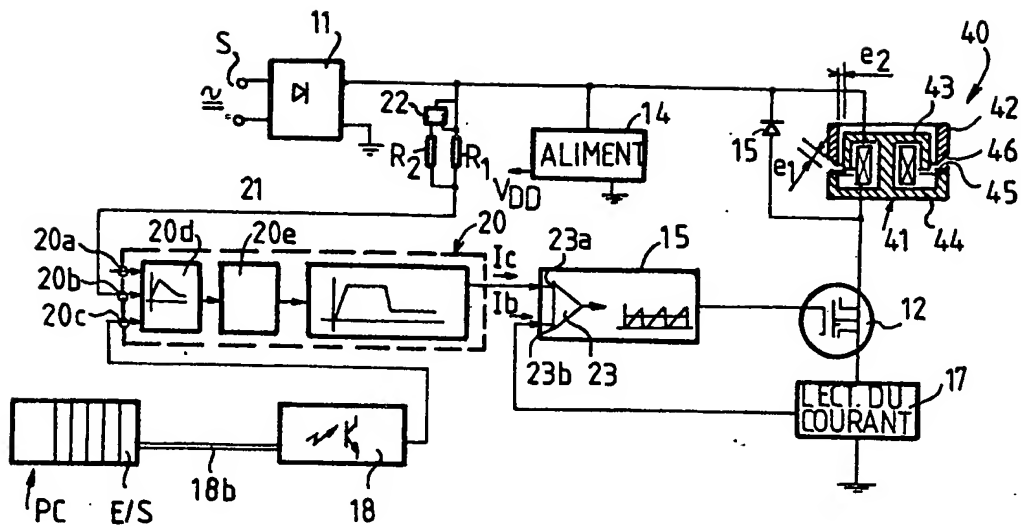


FIG. 2C

FIG. 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.